

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-344732
 (43)Date of publication of application : 14. 12. 1999

(51)Int. Cl. G02F 1/35
 H04B 10/17
 H04B 10/16

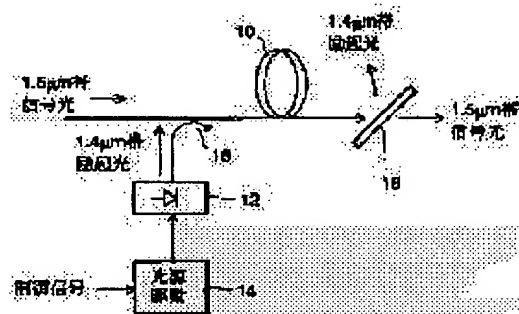
(21)Application number : 10-154199 (71)Applicant : KDD CORP
 (22)Date of filing : 03. 06. 1998 (72)Inventor : HORIUCHI YUKIO
 SUZUKI MASATOSHI
 YAMAMOTO SHU
 AKIBA SHIGEYUKI

(54) CONTROL SIGNAL SUPERPOSITION DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To make it possible to take a wide modulation frequency band with a system for transmitting a control signal by intensity modulation of signal light.

SOLUTION: A light source drive circuit 14 impresses the current superposing the control signal (or the signal regulating its amplitude) on the bias current higher than the laser oscillation threshold of a laser diode 12 of a 1.4 μm band as drive current to the laser diode 12. The excitation light outputted from the diode 12 is multiplexed with the signal light of a 1.5 μm band by a WDM coupler 16 and is introduced to an optical fiber 10. The optical fiber 10 consists of, for example, a quartz fiber. The optical fiber 10 is excited by the excitation light of the 1.4 μm band to make Raman amplification of the signal light of the 1.5 μm band. An optical filter 18 allows the transmission of the light component of the 1.5 μm band in the output light of the optical fiber 10 and terminates the light component of the 1.4 μm band.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 21. 08. 2002
 [Date of sending the examiner's decision of rejection]
 [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of

rejection or application converted
registration]
[Date of final disposal for application]
[Patent number]
[Date of registration]
[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]
[Date of requesting appeal against
examiner's decision of rejection]
[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998, 2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-344732

(43) 公開日 平成11年(1999)12月14日

(51) Int.Cl.⁶

G 0 2 F 1/35

H 0 4 B 10/17

10/16

識別記号

5 0 2

F I

G 0 2 F 1/35

H 0 4 B 9/00

5 0 2

J

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号

特願平10-154199

(22) 出願日

平成10年(1998)6月3日

(71) 出願人 000001214

ケイディディ株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目3番2号

(72) 発明者 堀内 幸夫

東京都新宿区西新宿2丁目3番2号国際電
信電話株式会社内

(72) 発明者 鈴木 正敏

東京都新宿区西新宿2丁目3番2号国際電
信電話株式会社内

(72) 発明者 山本 周

東京都新宿区西新宿2丁目3番2号国際電
信電話株式会社内

(74) 代理人 弁理士 田中 常雄

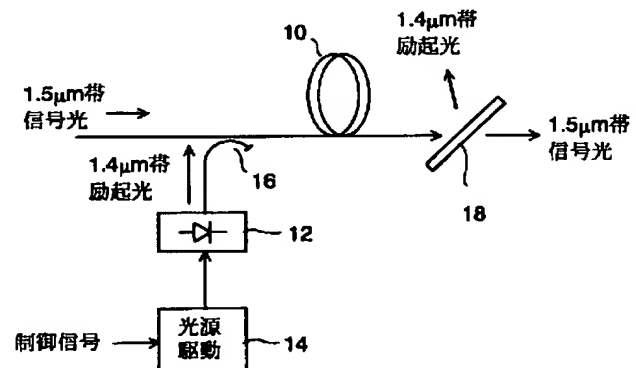
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 制御信号重畳装置

(57) 【要約】

【課題】 信号光を強度変調して制御信号を送信するシステムで、変調周波数帯域を広くとれるようにする。

【解決手段】 光源駆動回路14は、1.4 μ m帯のレーザ・ダイオード12のレーザ発振閾値より高いバイアス電流に制御信号（又はその振幅を調整した信号）を重畳した電流を、駆動電流としてレーザ・ダイオード12に印加する。ダイオード12から出力される励起光は、WDMカップラ16で1.5 μ m帯の信号光と合波され、光ファイバ10に入力する。光ファイバ10は例えば、石英ファイバからなる。光ファイバ10は、1.4 μ m帯励起光により励起されて、1.5 μ m帯の信号光をラマン増幅する。光フィルタ18は、光ファイバ10の出力光のうち、1.5 μ m帯光成分を透過し、1.4 μ m帯光成分を終端する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 信号光に制御信号を重畳する制御信号重畳装置であって、

当該制御信号に応じた強度変動を具備する励起光源と、
当該励起光源の発生する励起光により励起されて、信号光をラマン増幅するラマン増幅媒体と、
当該励起光源から出力される励起光とラマン増幅前の当該信号光とを合波し、当該ラマン増幅媒体に供給する合波手段と、
当該ラマン増幅媒体の出力光から、信号光成分を抽出すると共に、当該励起光成分を終端する光フィルタ手段とからなることを特徴とする制御信号重畳装置。

【請求項 2】 当該信号光が 1.5 μm 帯であり、当該励起光が 1.4 μm 帯である請求項 1 に記載の制御信号重畳装置。

【請求項 3】 当該信号光が 1.55 μm 帯であり、当該励起光が 1.44 乃至 1.49 μm の範囲に入る請求項 1 に記載の制御信号重畳装置。

【請求項 4】 当該励起光源が、レーザ光源と、当該レーザ光源を駆動する光源駆動手段とからなり、当該駆動手段が、当該制御信号に応じて振幅の変化する駆動電流を当該レーザ光源に印加する請求項 1 に記載の制御信号重畳装置。

【請求項 5】 当該ラマン増幅媒体が、当該励起光が存在しないときに当該信号光に対して低損失の媒体からなる請求項 1 に記載の制御信号重畳装置。

【請求項 6】 当該ラマン増幅媒体が、石英光ファイバからなる請求項 5 に記載の制御信号重畳装置。

【請求項 7】 当該光フィルタ手段が、当該ラマン増幅媒体の出力光のうち、信号光成分を透過すると共に、当該励起光成分を他方向に反射する選択的透過反射素子からなる請求項 1 に記載の制御信号重畳装置。

【請求項 8】 当該光フィルタ手段が、当該ラマン増幅媒体の出力光から、信号光成分と当該励起光成分を分離する分離手段と、当該分離手段により分離された当該励起光成分を終端する光終端手段とからなる請求項 1 に記載の制御信号重畳装置。

【請求項 9】 更に、当該光フィルタ手段から出力される信号光成分の変調度を検出する変調度検出手段と、当該変調度検出手段により検出された変調度を目標変調度と比較し、その誤差を示す信号を出力する比較手段とを具備し、当該励起光源が、当該比較手段の出力に従って、当該制御信号に応じた強度変動の振幅を調整し、これにより、当該光フィルタ手段から出力される信号光成分の変調度を一定に維持する請求項 1 に記載の制御信号重畳装置。

【請求項 10】 当該制御信号が振幅変調信号であり、当該変調度検出手段が、当該制御信号のデータ値に応じて所定信号をサンプル・ホールドするサンプル・ホールド手段を具備する請求項 9 に記載の制御信号重畳装置。

【請求項 11】 当該所定値が、検出された変調度である請求項 10 に記載の制御信号重畳装置。

【請求項 12】 当該所定値が、当該光フィルタ手段から出力される信号光成分の変動成分の大きさである請求項 10 に記載の制御信号重畳装置。

【請求項 13】 当該制御信号が振幅変調信号であり、当該比較手段が、当該制御信号のデータ値に応じて比較結果をサンプル・ホールドするサンプル・ホールド手段を具備する請求項 9 に記載の制御信号重畳装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、制御信号重畳装置に関し、より具体的には、光伝送システムで制御信号を信号光に重畳、即ち多重する装置に関する。

【0002】

【従来の技術】光伝送システム、特に、信号光を中間で増幅中継したり、分岐したりする光伝送システムでは、そのための光中継器又は分岐ユニットを遠隔制御する必要がある。また、光ネットワークでは、信号光とは別にネットワーク管理情報を伝送する必要がある。

【0003】そのために、従来、NRZパルス、RZパルス又はソリトン波で信号を伝送する信号光を更に、比較的低い周波数の制御信号で強度変動し、光ファイバ伝送路を伝搬させる構成が提案されている。

【0004】制御信号を信号光に重畳又は多重する手段として従来、エルビウム・ドープ光ファイバからなる光増幅器の構成を流用し、そのポンプ光を制御信号で強度変調するようにしたものが知られている。即ち、エルビウム・ドープ光ファイバの利得を制御信号に応じて変動させることで、信号光の強度レベルを制御信号に応じて変動させる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし、エルビウム・ドープ光ファイバはその利得変動がせいぜい 100 kHz 程度までしか追従しない。これでは、制御信号を重畳するには不十分である。

【0006】また、従来例では、ポンプ光源の故障等によりポンプ光が無くなったり、その強度が大幅に小さくなると、エルビウム・ドープ光ファイバが損失媒体となり、信号光を大幅に減衰させてしまう。

【0007】本発明は、このような問題点を解決し、信号光に制御信号を重畳する制御信号重畳装置を提示することを目的とする。

【0008】即ち、本発明は、高速に応答できる制御信号重畳装置を提示することを目的とする。

【0009】本発明はまた、励起光の障害時にも信号光を実質的に無損失で透過できる制御信号重畳装置を提示することを目的とする。

【0010】本発明は更に、信号光自体に非線形効果などの悪影響を与えない制御信号重畳装置を提示すること

10

20

30

40

50

を目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明に係る制御信号重畳装置は、制御信号に応じた強度変動を具備する励起光源と、当該励起光源の発生する励起光により励起されて、信号光をラマン増幅するラマン増幅媒体と、当該励起光源から出力される励起光と当該信号光とを合波し、当該ラマン増幅媒体に供給する合波手段と、当該ラマン増幅媒体の出力光から、信号光成分を抽出すると共に、当該励起光成分を終端する光フィルタ手段とからなることを特徴とする。

【0012】ラマン増幅では、その利得が、一般に制御信号に使用される数10MHzまでの周波数にも容易に追従して変動できるので、高速の制御信号を伝送できる。ラマン増幅を利用することにより、変調周波数帯域が広くなり、信号波長帯域も広くとれる。また、偏光依存性も少ない。

【0013】長距離光ファイバ伝送システムで使用される信号光の波長1.5μm帯に対して、励起光は1.4μm帯でよく、実績のあるレーザ素子を使用でき、安価に調達できるので、利用しやすい。より具体的には、信号光が1.55μm帯であり、励起光が1.44乃至1.49μmの範囲に入る。

【0014】励起光源は、レーザ光源と、当該レーザ光源を駆動する光源駆動手段とからなり、当該駆動手段が、当該制御信号に応じて振幅の変化する駆動電流を当該レーザ光源に印加する。これにより、信号光に重畳したい制御信号に応じて強度変動する励起光を簡単に作成できる。

【0015】ラマン増幅媒体が、励起光が存在しないときに当該信号光に対して低損失の媒体からなることで、仮に励起光源が故障しても、励起されないラマン増幅媒体が信号光に対する悪影響がきわめて少ない。これにより、信頼性の高いシステムを実現できる。ラマン増幅媒体は、例えば、石英光ファイバからなる。

【0016】光フィルタ手段は、ラマン増幅媒体の出力光のうち、信号光成分を透過すると共に、当該励起光成分を他方向に反射する選択的透過反射素子からなる。光フィルタ手段はまた、ラマン増幅媒体の出力光から、信号光成分と当該励起光成分を分離する分離手段と、当該分離手段により分離された当該励起光成分を終端する光終端手段とからなる。

【0017】本発明は更に、光フィルタ手段から出力される信号光成分の変調度を検出する変調度検出手段と、当該変調度検出手段により検出された変調度を目標変調度と比較し、その誤差を示す信号を出力する比較手段とを具備し、励起光源が、当該比較手段の出力に従って、当該制御信号に応じた強度変動の振幅を調整する。これにより、信号光の強度変調度を一定に維持でき、過変調を防止できる。

【0018】制御信号が振幅変調信号の場合には、制御信号のデータ値に応じて、検出された変調度、当該光フィルタ手段から出力される信号光成分の変動成分の大きさ、又は、比較手段における比較結果をサンプル・ホールドするサンプル・ホールド手段を設ければよい。

【0019】

【実施例】以下、図面を参照して、本発明の実施例を詳細に説明する。

【0020】図1は、本発明の一実施例の概略構成ブロック図を示す。本実施例では、エルビウム・ドープ光ファイバのような能動的な光増幅媒体に代えて、非線形光学効果によるラマン増幅を利用する。即ち、10は一定以上の非線形効果を具備する光ファイバ、例えば、通常の石英光ファイバ、又は、モードフィールド径を特に小さくした光ファイバである。光ファイバ10には、1.5μm帯の信号光が入射する。

【0021】12は1.4μm帯のレーザ・ダイオードであり、光ファイバ10でラマン増幅を生じさせるためのポンプ光源として機能する。ラマン増幅は、励起光に対して約100nm長波長側に最大利得を具備するので、励起光の波長は、1.5μm帯信号光に対して1.4μm帯でよい。但し、長距離光ファイバ伝送システムで使用される1.55μm帯で最大利得を得るには、励起光の波長は1.45μmが望ましいが、1.48μmであっても、十分に使用可能である。實際上、レーザ・ダイオード12の発振波長は、1.44μm乃至1.49μmでよく、1.48μmタイレーザ・ダイオードは、既に多くの実績があり、比較的安価に入手できる。

【0022】14はレーザ・ダイオード12を連続レーザ発振させる光源駆動回路であり、光源駆動回路14からレーザ・ダイオード12に印加される駆動電流は、伝送したい制御信号により変調されている。例えば、光源駆動回路14は、レーザ・ダイオード12のレーザ発振閾値より高いバイアス電流に、入力する制御信号（又はその振幅を調整した信号）を重畳した電流を、駆動電流としてレーザ・ダイオード12に印加する。

【0023】制御信号自体は、連続的な搬送波を位相シフト・キーイングにより変調した位相変調信号又は周波数シフト・キーイングにより変調した周波数変調信号である。

【0024】レーザ・ダイオード12から出力される励起光は、波長分割多重光カップラ16により、光ファイバ10に導入される。ラマン増幅によって制御信号を1.5μm帯信号光に重畳するには、増幅しようとする1.5μm帯信号光と励起光とを同方向に進行させる必要がある。そのために、WDMカップラ16は、光ファイバ10の、信号光の入力側に配置される。

【0025】光ファイバ10の、信号光の出力側には、1.5μm帯信号光を透過する光フィルタ18が配置されている。光ファイバ10を透過した1.4μm帯励起

光が光ファイバ 1 0 に戻ると、ラマン増幅利得が不安定となり、1. 5 μ m 帯信号光に重畳された制御信号成分の強度が低下したり、あるいは変動する現象が生じうる。光フィルタ 1 8 は、1. 4 μ m 帯光成分を終端（即ち、無透過及び無反射）する必要がある。例えば、光フィルタ 1 8 を、図示したように、1. 5 μ m 帯光成分を透過し、1. 4 μ m 帯光成分を光ファイバ 1 0 への導波方向以外に反射するエタロンなどの干渉フィルタとすればよい。

【0026】図 2 (a) ~ (d) は、各部の信号波形を示す。図 2 (a) は光源駆動回路 1 4 に印加される制御信号の波形を示す。図 2 (b) は、レーザ・ダイオード 1 2 から出力される励起光の光強度を示す。光源駆動回路 1 4 からレーザ・ダイオード 1 2 に印加される駆動電流が、レーザ・ダイオード 1 2 を連続レーザ発振させる閾値電流以上で、図 2 (a) に示す制御信号により振幅変調されているので、レーザ・ダイオード 1 2 から出力される励起光（図 2 (b)）は、制御信号（図 2 (a)）の振幅変化に応じて、その光強度が変動する。

【0027】図 2 (c) は、光ファイバ 1 0 に入力する 1. 5 μ m 帯信号光の強度変化を示す。実際には、非常に高い周波数での NRZ パルス、RZ パルス又はソリトン・パルスのパルス列からなるが、そのビット・レートに比べれば、制御信号（図 2 (a)）の変化は非常に緩やかであるので、図 2 (c) では、あたかも信号光の強度に変化が無いかのように図示してある。

【0028】図 2 (c) に示す信号光と、図 2 (b) に示す励起光が WDM カップラ 1 6 により合波されて、光ファイバ 1 0 に入力し、光ファイバ 1 0 を同方向に伝搬する。その際に、光ファイバ 1 0 の非線形光学効果のラマン増幅が発生する。図 3 は、ラマン増幅の励起光強度の変動に対する利得の変化を示す。光ファイバ 1 0 は図 2 (b) に示す 1. 4 μ m 励起光により励起されて、図 2 (d) に示す 1. 5 μ m 帯信号光を増幅する光増幅媒体として作用する。このとき、光ファイバ 1 0 の利得は、図 2 (b) に示す励起光の強度変化に応じて変動する。これにより、1. 5 μ m 帯信号光の強度が、励起光（図 2 (b)）の強度変動に応じて変動することになる。

【0029】図 2 (d) は、光ファイバ 1 0（又は光フィルタ 1 8）から出力される 1. 5 μ m 帯信号光の強度変化を示す。図 2 (d) で、実線は、1. 4 μ m 帯励起光が存在する場合の、1. 5 μ m 帯信号光の強度変化を示し、一点鎖線はラマン増幅による平均強度を示し、破線は、1. 4 μ m 帯励起光が存在しない場合の、1. 5 μ m 帯信号光の強度変化を示す。一点鎖線は、1. 4 μ m 帯励起光のみで制御信号が印加されていない場合の信号光強度でもある。1. 4 μ m 帯励起光が存在しない場合、1. 5 μ m 帯信号光は、光ファイバ 1 0 の固有の損失により減衰するのみであり、その損失も時間により変

動することはない。破線より上の部分が、1. 4 μ m 帯励起によるラマン増幅の寄与分である。

【0030】図 2 (d) において、一点鎖線と破線の差がラマン増幅利得に相当する。制御信号を 1. 5 μ m 信号光に重畳する場合、励起光強度の変調度を 0 % とすれば、光ファイバ 1 0 から出力される 1. 5 μ m 信号光の強度は一点鎖線のレベルで一定になる。一方、励起光強度の変調度を 100 % としても、光ファイバ 1 0 から出力される信号光の最小強度は、励起光が無い場合の信号光強度（破線）より小さくなることは無い。よって、励起光パワーを調整してラマン増幅利得を制限すれば、1. 5 μ m 信号光の強度変調度、即ち、重畳される制御信号の振幅を制限できる。即ち、ラマン増幅利得を 0. 5 dB とすると、増幅率は 1. 122 倍であり、制御信号の半振幅値の最大値は 0. 122 となり、1. 5 μ m 信号光の最大強度変調度は約 11 % に制限される。また、ラマン増幅利得を 0. 2 dB とすると、最大強度変調度は約 4. 5 % に制限される。このようにラマン増幅利得を制限することにより、1. 5 μ m 信号光における制御信号成分が過変調状態になることを防止できる。

【0031】光フィルタ 1 8 の代わりに、図 4 に示すような分波器構成も利用可能である。光ファイバ 1 0 の出力側に近接して、1. 4 μ m 帯光成分のみを抽出する波長分割多重カップラ 2 2 を配置する。波長分割多重カップラ 2 2 は、光ファイバ 1 0 上を伝搬する光（1. 5 μ m 帯信号光と 1. 4 μ m 帯励起光）から 1. 4 μ m 帯光成分のみを抽出する。抽出された 1. 4 μ m 帯光成分は光終端装置 2 4 により終端される。1. 5 μ m 帯信号光はそのまま、光ファイバ 1 0 を伝搬して外部の光ファイバ伝送路に出力される。

【0032】図 5 は、1. 5 μ m 帯信号光に対する強度変調度を一定に維持できる実施例の概略構成ブロック図を示す。ラマン増幅後の 1. 5 μ m 帯信号光の変調度を測定し、その変調度が一定になるように 1. 4 μ m 帯レーザ・ダイオードの駆動電流の振幅を調整する。図 1 と同じ構成要素には同じ符号を付してある。

【0033】分波器 3 0 は、光フィルタ 1 8 から出力される 1. 5 μ m 帯信号光を 2 分割し、ほとんどをそのまま外部に出力すると共に、残りを受光素子 3 2 に入力する。受光素子 3 2 は、入力光を電気信号に変換する。

【0034】受光素子 3 2 の出力は低域通過フィルタ 3 4 と帯域通過フィルタ 3 6 に印加される。低域通過フィルタ 3 4 は受光素子 3 2 の出力から DC 成分を抽出して演算回路 4 0 に印加する。帯域通過フィルタ 3 6 は、受光素子 3 2 の出力から制御信号の周波数成分を抽出し、検波回路 3 8 が帯域フィルタ 3 6 の出力を検波して、演算回路 4 0 に印加する。これにより、演算回路 4 0 には、光フィルタ 1 8 から出力される 1. 5 μ m 帯信号光の DC 成分と AC 成分の各強度値が入力されることになる。

【0035】演算回路40は両入力から変調度を算出して、比較回路42に印加する。比較回路42は、演算回路40から供給される変調度を目標変調度と比較し、その誤差を示す信号を出力する。光源駆動回路44は、光源駆動回路14と同様に、レーザ・ダイオード12のレーザ発振閾値電流以上において、入力する制御信号を反映して振幅の変化する駆動電流を生成してレーザ・ダイオード12に印加するが、更に、比較回路42からの誤差信号に応じて駆動電流の変動振幅を調整する。

【0036】このような帰還制御により、1.5 μ m帯信号光の強度変調度を一定に維持できる。これにより、1.5 μ m帯信号光における制御信号成分の変調度を安定に保つことができる。

【0037】上記各実施例では、ラマン増幅の励起光源となるレーザ・ダイオード12の駆動電流を制御信号により変調したが、ラマン増幅の励起光の強度を制御信号に応じて変調してもよいことは明かである。

【0038】上記各実施例では、ラマン増幅を用いて信号光に制御信号を重畳するので、仮に、ラマン増幅の励起光源に故障が生じて、ラマン増幅媒体は信号光に対して無損失又は低損失であり、信号光に対する悪影響がきわめて少なく、信頼性が高い。

【0039】ラマン増幅では、その利得が一般に制御信号に使用される数10MHzまでの周波数にも容易に追従して変動できるので、高速の制御信号を伝送できる。ラマン増幅を利用することにより、変調周波数帯域が広くなり、信号波長帯域も広くとれる。また、偏光依存性も少ない。

【0040】図5に示す実施例では、制御信号が一定振幅になっている周波数シフト・キーイング変調信号又は位相シフト・キーイング変調信号である場合には、問題無いが、例えば、振幅シフト・キーイング(ASK)変調信号の場合には、制御信号が断続的になるので、図5に示す構成のままでは、信号光の変調度を一定にできない。

【0041】この問題を解決するには、検波回路38の時定数をASKのデータ変調速度より十分長くすればよい。この場合、制御信号が時間的に一定振幅である場合に比べ、例えばマーク率が1/2の場合で検波回路38の出力が半分の値(1のときと0のときの平均値)になるが、1の時の変調度を実測して、これが初期値になるように変調度設定値を調整すればよい。

【0042】別の方法として、図5に示す回路構成を図6に示すように変更してもよい。図5と同じ構成要素には同じ符号を付してある。具体的には、演算回路40の出力と比較回路42の入力との間に、サンプル・ホールド回路50を設け、送信しようとする制御データ(2値信号)52が1のときに、演算回路40の出力をサンプリングし、制御データが0の間、ホールドするようにした。

【0043】振幅変調回路54は、送信すべき制御データ52により搬送波56をASK変調し、制御信号(ASK変調信号)を光源駆動回路44に印加する。制御データ52はまた、遅延回路58によりタイミング調整されてパルス整形回路60に印加される。遅延回路58

は、光ファイバ10の伝搬遅延及び回路遅延などを補償するために設けられており、演算回路40の変調度測定結果と、サンプル・ホールド回路50のサンプル・ホールドとの間のタイミングをとるのに使用される。パルス整形回路60は、遅延回路58からの制御データ・パルスを波形整形してサンプル・ホールド回路50のサンプル・ホールドのためのトリガー・パルスを生成し、サンプル・ホールド回路50の制御端子に印加する。サンプル・ホールド回路50は、このトリガー・パルスに従って上述のように動作する。パルス整形回路60は、制御データ52のパルス立ち上がり及び立ち下がり時に、制御ループ系の過渡的な応答を避けるためにサンプリング・タイミングをずらす目的で設けられている。制御データ52がNRZパルスの場合、パルス整形回路60は、NRZパルスをRZパルスに変換する回路でもよい。

【0044】サンプル・ホールド回路50は検波回路38と演算回路40の間に置いてよい。更には、比較回路42と光源駆動回路44の間に置いてよい。

【0045】

【発明の効果】以上の説明から容易に理解できるように、本発明によれば、非常に簡単な構成で信号光に制御信号を重畳できる。しかも、そのための励起光源に故障が生じて、信号光に対する悪影響が極めて小さい。変調周波数帯域を広くとれ、信号波長帯域も広く、更には、偏光依存性が低い。また、信号光の強度変調度を簡単な構成で制御でき、制御信号成分の変調度を安定に保つことができる。ラマン増幅利得を制限することによって過変調を容易に防止できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施例の概略構成ブロック図である。

【図2】 図1に示す実施例の各部の波形図である。

【図3】 ラマン増幅の励起光強度対利得変動を示す特性図である。

【図4】 光フィルタ18に代替する光装置の概略構成ブロック図である。

【図5】 本発明の第2実施例の概略構成ブロック図である。

【図6】 本発明の第3実施例の概略構成ブロック図である。

【符号の説明】

10：光ファイバ

12：1.4 μ m帯レーザ・ダイオード

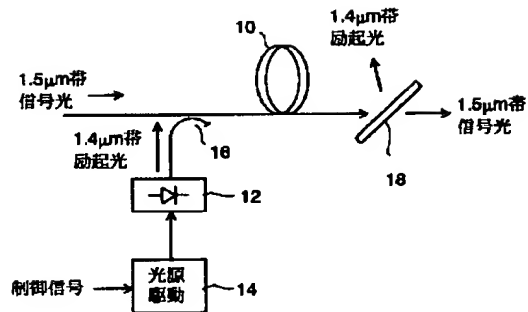
14：光源駆動回路

50：WDMカップラ

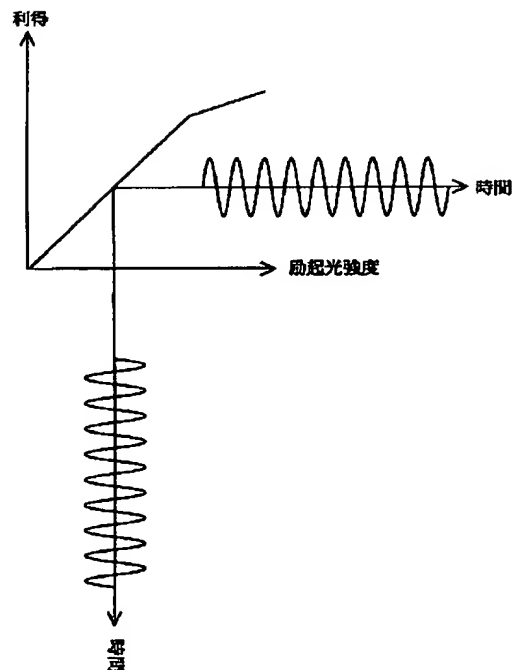
- 1 8 : 光フィルタ
2 2 : 波長分割多重カップラ
2 4 : 光終端装置
3 0 : 分波器
3 2 : 受光素子
3 4 : 低域通過フィルタ
3 6 : 帯域フィルタ
3 8 : 検波器
4 0 : 演算回路

- 4 2 : 比較回路
4 4 : 光源駆動回路
5 0 : サンプル・ホールド回路
5 2 : 制御データ
5 4 : 振幅変調回路
5 6 : 搬送波
5 8 : 遅延回路
6 0 : パルス整形回路

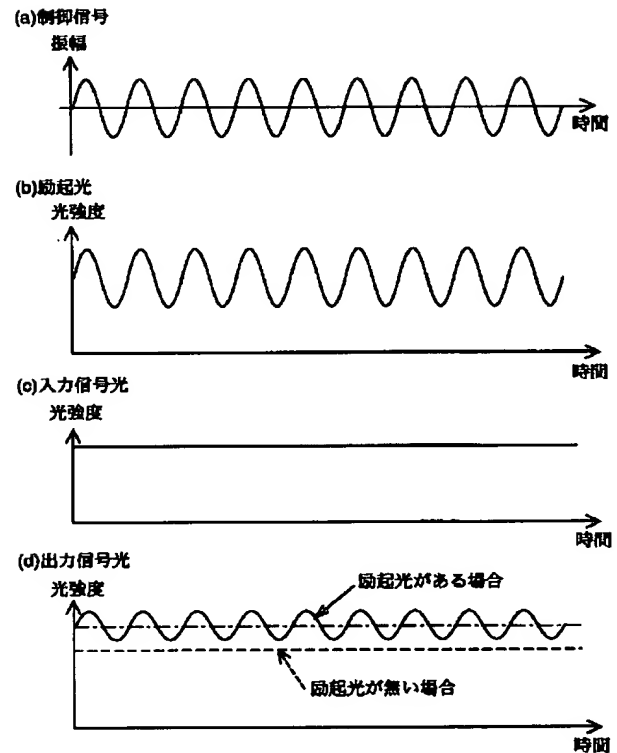
【図 1】



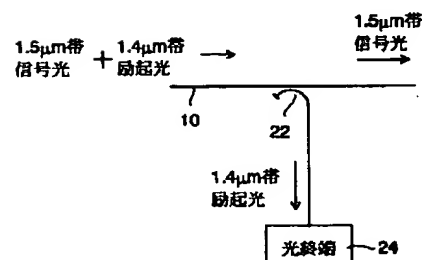
【図 3】



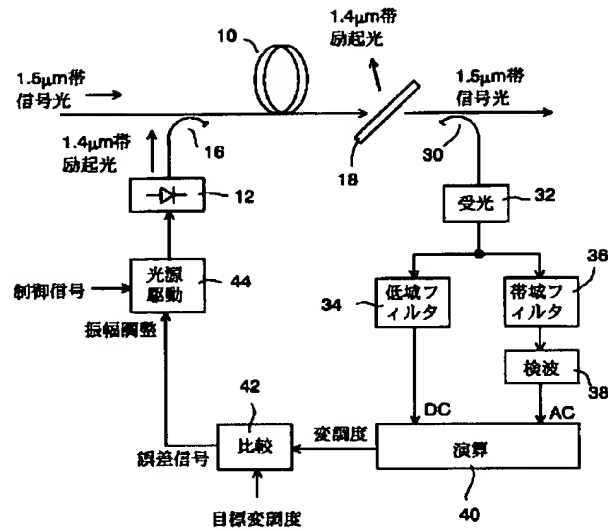
【図 2】



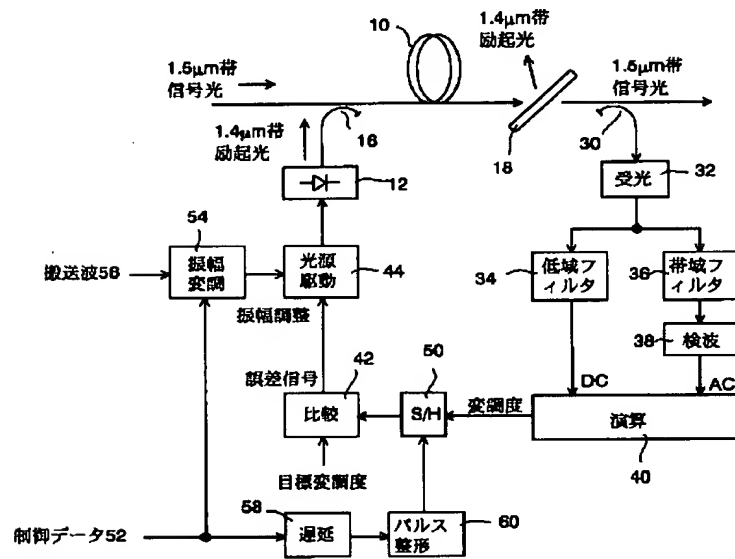
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

(72) 発明者 秋葉 重幸
東京都新宿区西新宿 2 丁目 3 番 2 号 国際電
信電話株式会社内